

**NASKAH PUBLIKASI
KARYA ILMIAH**

**Pengembangan Teknologi Alat Produksi Gas Metana Dari
Pembakaran Sampah Organik Dengan Pemurnian Gas
Menggunakan *Zeolite* Pada Variasi Jumlah Tabung**



Disusun Untuk Memenuhi Tugas dan Syarat - Syarat Guna Memperoleh Gelar
Sarjan Teknik (S1) Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :

WAHYU PUJA KESUMA
D 200 090 060

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2015**

HALAMAN PENGESAHAN

Naskah publikasi ini berjudul "**Pengembangan Teknologi Alat Produksi Gas Metana Dari Pembakaran Sampah Organik Dengan Pemurnian Gas Menggunakan Zeolite Pada Variasi Jumlah Tabung**" telah disetujui pembimbing dan disahkan Ketua Jurusan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1 teknik mesin di Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Disusun oleh:

Nama : **Wahyu Puja Kesuma**

NIM : **D 200 090 060**

Disetujui pada:

Hari : ..*salat*u

Tanggal : ..*14 februari* 2015

Pembimbing Utama



Ir. Sartono Putro, MT

Pembimbing Pendamping



Ir. Subroto, MT

Mengetahui
Ketua Jurusan



Tri Widodo Besar R., ST., M.Sc., Ph.D.

PENGEMBANGAN TEKNOLOGI ALAT PRODUKSI GAS METANA DARI PEMBAKARAN SAMPAH ORGANIK DENGAN PEMURNIAN GAS MENGGUNAKAN ZEOLITE PADA VARIASI JUMLAH TABUNG

Wahyu puja kesuma , Sartono Putro, Subroto
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasuro
e-mail: Wahyu.pk09@gmail.com

ABSTRAKSI

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan teknologi alat produksi gas metana dari sampah organik sekam padi dengan cara dibakar, mengetahui pengaruh pemurnian gas metana dengan menggunakan zeolite pada variasi jumlah tabung, terhadap temperatur pembakaran, waktu nyala efektif dan jumlah kalor melalui metode pendidihan air.

Pada penelitian ini menggunakan variasi satu tabung, dua tabung, tiga tabung, empat tabung, lima tabung dan enam tabung. Mengambil data setiap 5 kg sekam padi meliputi volume air yang dapat dididihkan, lama waktu nyala efektif, temperatur pembakaran serta perubahan temperatur 1 liter air setiap dua menit.

Hasil penelitian menunjukkan variasi satu tabung didapatkan temperature pembakaran rata-rata sebesar $524,54^{\circ}\text{C}$, waktu nyala efektif selama 48 menit dan jumlah kalor pendidihan air 917,61 kJ. Variasi dua tabung didapatkan temperatur pembakaran rata-rata sebesar $506,45^{\circ}\text{C}$, waktu nyala efektif selama 62 menit dan jumlah kalor pendidihan air 1034,57 kJ. Variasi tiga tabung didapatkan temperatur pembakaran rata-rata sebesar $461,09^{\circ}\text{C}$, waktu nyala efektif selama 70 menit dan jumlah kalor pendidihan air 1077,38 kJ. Variasi empat tabung didapatkan temperatur rata-rata sebesar $459,68^{\circ}\text{C}$, waktu nyala efektif selama 80 menit dan jumlah kalor pendidihan air 1139,38 kJ. Variasi lima tabung didapatkan temperatur rata-rata sebesar $443,62^{\circ}\text{C}$, waktu nyala efektif selama 42 menit dan jumlah kalor pendidihan air 611,74 kJ. Variasi enam tabung didapat temperatur rata-rata sebesar $411,11^{\circ}\text{C}$, waktu nyala efektif selama 38 menit dan jumlah kalor pendidihan air 527,64 kJ.

Kata Kunci: Jumlah Tabung, Zeolite, Kalor

A. PENDAHULUAN

1. LATAR BELAKANG

Negara Indonesia merupakan negara penghasil padi terbesar ketiga di dunia. produksi gabah pada tahun 2013 mencapai 70,87 dan dalam rentan waktu 2009 sampai dengan 2013, produksi padi rata-rata meningkat sekitar 3,5% setiap tahunnya (Badan Pusat Statistik, 2013) Berdasarkan studi pustaka, perbandingan untuk gabah-sekam adalah 1:0,24. Berarti setiap ton gabah yang dihasilkan akan menyisakan sekam padi 0,24 ton. Jadi jumlah sekam padi pada tahun 2013 sebesar 17 juta ton dan jumlah ini akan terus meningkat seiring meningkatnya produksi padi.

Sangat melimpahnya jumlah sekam padi di Indonesia harus disertai pula pemanfaatannya, karena sekam padi merupakan biomassa yang dapat menghasilkan gas metana. Dewasa ini pemanfaatan sekam padi sudah banyak dijumpai yaitu antara lain: Rifai.A(2014), mengembangkan desain alat produksi gas metana dari pembakaran sampah organik sekam padi dengan pemurnian gas menggunakan filter tipe ganda. penelitian tersebut belum bisa dikatakan selesai karena variasi filter yang digunakan hanya satu, dua, dan tiga filter. Sedangkan semakin banyak filter yang digunakan maka nyala efektif semakin lama, untuk itu perlu penelitian yang lebih lanjut untuk mengetahui berapa maksimal filter yang harus digunakan untuk mendapatkan hasil yang terbaik.

Pengembangan teknologi produksi gas metana ini untuk menutupi kelemahan penelitian sebelumnya, mengacu pada kelemahan yang ada sehingga dapat mengurangi kelemahan tersebut dan menjadikan alat produksi gas metana lebih efektif. Antara lain dengan melewati gas hasil pembakaran kedalam tabung yang berisi batu zeolit, Wicaksono.U.L(2014), dan mengetahui jumlah maksimal filter yang harus digunakan untuk mengetahui hasil yang terbaik.

2. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu:

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemurnian gas metana menggunakan zeolite pada variasi jumlah tabung terhadap temperature pembakaran, waktu nyala efektif dan kalor pembakaran.

B. KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

1. KAJIAN PUSTAKA

Rifai.A(2014). "Pengembangan Desain Alat Produksi Gas Metana Dari Pembakaran Sampah Organik Dengan Pemurnian Gas Menggunakan Filter Tipe

Ganda". Pada Penelitian ini gas hasil Pembakaran dimurnikan dalam filter yang didalamnya terdapat glasswool, dan divariasikan pada satu filter, dua filter dan tiga filter. Pada percobaan satu filter menghasilkan waktu nyala efektif selama 48 menit, pada percobaan dua filter menghasilkan waktu nyala efektif selama 62 menit dan pada percobaan tiga filter menghasilkan waktu nyala efektif selama 70 menit.

Wicaksono.U.L(2014).”Pengembangan teknologi alat produksi gas metana dari pembakaran sampah organik dengan media pemurnian batu kapur, arang tempurung kelapa, batu zeolite pada satu tabung. Dalam penelitian ini gas hasil pembakaran dimurnikan dengan melweatkan gas pada media pemurnian batu kapur, arang tempurung kelapa, batu zeolite. Dan didapat hasil terbaik dari ketiga media tersebut adalah batu zeolite, dengan nyala efektif selama 66 menit.

2. LANDASAN TEORI

a. Biogas

Price dan Cheremisinoff (1981), biogas merupakan bahan bakar yang dapat diperbaharui (*renewble fuel*) yang dihasilkan secara *anaerobic digestion* atau fermentasi anaerob dari bahan organik dengan bantuan bakteri metana seperti *methanobacterium sp* dan dari proses pembakaran secara tidak sempurna dari bahan-bahan organik.

Erliza, H. dkk (2007), biogas didefinisikan sebagai gas yang mudah terbakar (*flammable*) yang dihasilkan dari bahan-bahan organik (seperti kotoran ternak, kotoran manusia, jerami, sekam dan daun-daun hasil sortiran sayur) yang difermentasi atau mengalami proses metanisasi. Kandungan utama biogas adalah metana (50-75%), CO₂ (25-45%) serta sejumlah kecil H₂, N₂, dan H₂S. Yang disebut biogas sebenarnya adalah senyawa metana.

b. Gasifikasi

Menurut Higman Van Der Burgt (2003), gasifikasi adalah konversi bahan bakar padat menjadi gas dengan oksigen terbatas dimana udara yang diperlukan lebih rendah dari udara yang digunakan untuk proses pembakaran yang menghasilkan gas yang bisa dibakar, seperti CH₄, H₂, CO dan senyawa yang sifatnya impuritas seperti H₂S, CO₂, TAR. Gasifikasi (*gasificaton*) merupakan konversi bahan bakar karbon menjadi produk gas yang memiliki nilai kalor yang berguna. Atau secara sederhana proses gasifikasi dapat dikatakan sebagai reaksi kimia pada temperatur tinggi antara biomassa dengan udara. Tujuan gasifikasi sendiri yaitu meningkatkan nilai tambah dan kegunaan dari sampah atau material dengan nilai rendah.

c. Kalor

Kalor adalah energi yang merambat atau berpindah karena ada perbedaan suhu atau temperatur. Kalor juga dapat didefinisikan sebagai energi

panas yang dimiliki oleh suatu zat. Secara umum untuk mendeteksi adanya kalor yang dimiliki oleh suatu benda yaitu dengan mengukur suhu benda tersebut.

Jumlah kalor pendidihan dinotasikan sebagai (Q), dan diukur dalam joule dalam satuan SI. Kalor dapat dicari, yaitu:

$$\begin{aligned} Q &= m \times \Delta h \\ &= m \times (hf_2 - hf_1) \dots \dots \dots (1) \end{aligned}$$

dimana:

- Q = banyaknya kalor, (J)
- m = massa, (kg)
- $\Delta h = (hf_2 - hf_1)$ entalpi pendidihan air, (kJ/kg)

Atau dengan rumus

$$Q = m \times c \times \Delta T \dots \dots \dots (2)$$

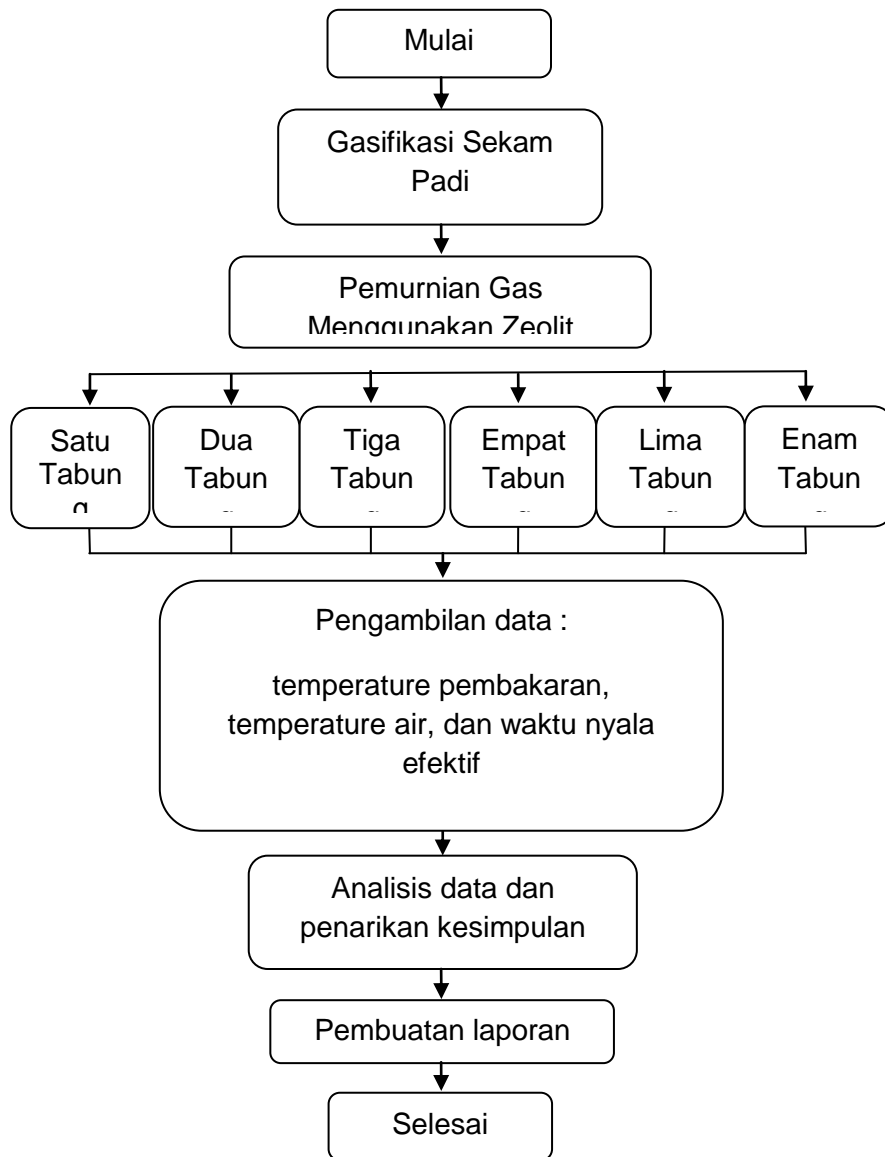
dimana:

- Q = Banyaknya Kalor, (J)
- m = Massa, (kg)
- c = Kalor Jenis, (J/kg°C)
- $\Delta T = (T_2 - T_1)$, Suhu akhir - Suhu awal, (°C)

C. METODOLOGI PENELITIAN

1. Diagram alir penelitian

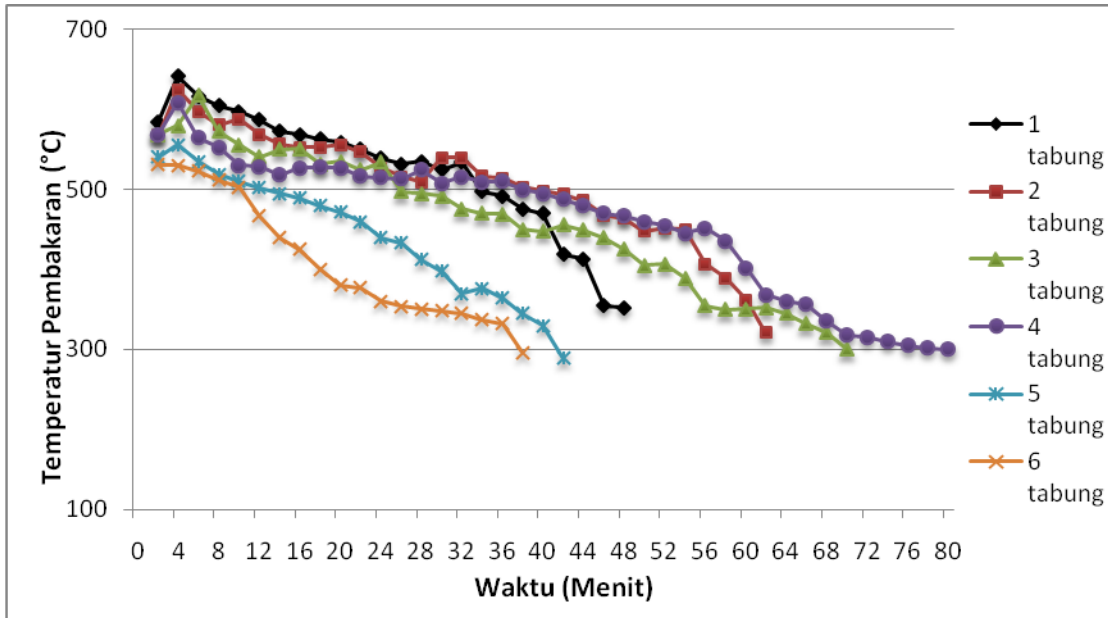
Kegiatan penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan diagram alir pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

D. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

1. Perbandingan Temperatur Pembakaran Pada Variasi jumlah tabung

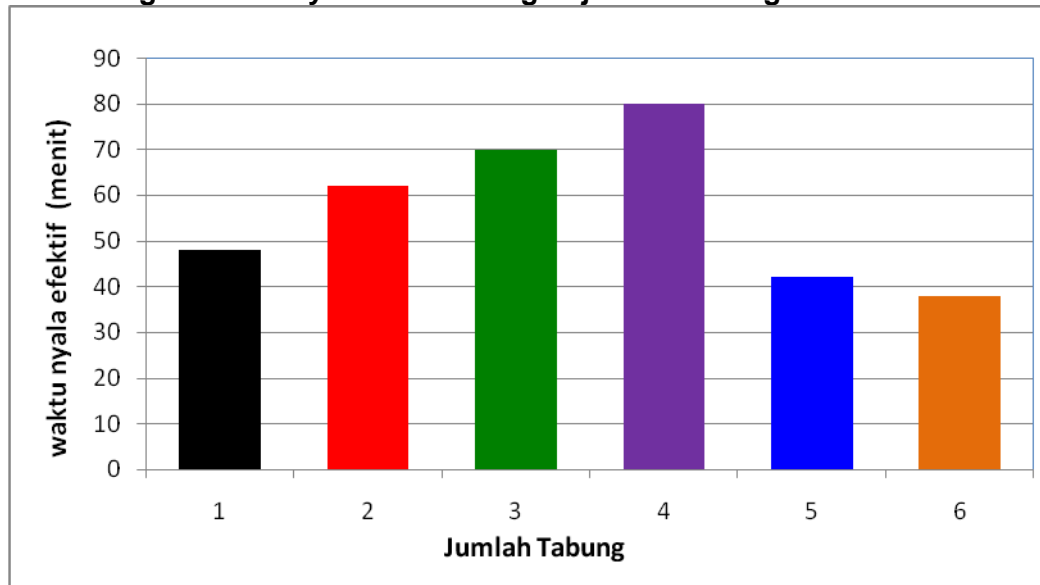


Gambar 16. Grafik perbandingan temperatur pembakaran dengan waktu nyala efektif menggunakan variasi jumlah tabung.

Gambar 16 menunjukkan grafik perbandingan temperatur pembakaran dengan variasi jumlah tabung. Dari grafik di atas diketahui, waktu nyala efektif pada variasi satu tabung selama 48 menit, variasi dua tabung selama 62 menit, variasi tiga tabung selama 70 menit, variasi empat tabung selama 80 menit, variasi lima tabung selama 42 menit dan variasi enam tabung selama 38 menit. Temperatur pembakaran tertinggi pada variasi satu tabung sebesar 642 °C pada menit ke-4, Variasi dua tabung sebesar 625°C pada menit ke-4, variasi tiga tabung sebesar 618°C pada menit ke-6, variasi empat tabung sebesar 609°C pada menit ke-4, variasi lima tabung sebesar 556°C pada menit ke-4 dan variasi enam tabung sebesar 531°C pada menit ke-2.

Pada setiap variasi jumlah tabung temperatur mengalami penurunan, hal ini dikarenakan jumlah sekam padi dalam reaktor pembakaran telah habis, sehingga gas metana yang dihasilkan oleh reaktor pembakaran perlahan-lahan juga akan mengalami penurunan.

2. Perbandingan waktu nyala efektif dengan jumlah tabung

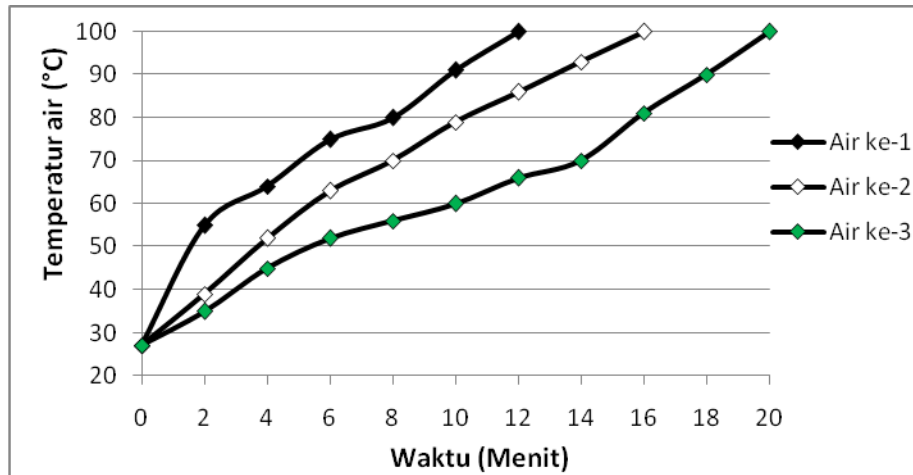


Gambar 17. Grafik Perbandingan antara waktu nyala efektif dengan variasi jumlah tabung

Gambar 4.2 menunjukkan grafik hubungan antara waktu nyala efektif dengan jumlah tabung, dari grafik diatas diketahui pada variasi satu tabung menghasilkan waktu nyala efektif selama 48 menit, pada variasi dua tabung menghasilkan waktu nyala efektif selama 62 menit, pada variasi tiga tabung menghasilkan waktu nyala efektif selama 70 menit, pada variasi empat tabung menghasilkan waktu nyala efektif selama 80 menit, pada variasi lima tabung menghasilkan waktu nyala efektif selama 42 menit, dan pada variasi enam tabung menghasilkan waktu nyala efektif selama 38 menit.

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa waktu nyala efektif akan semakin lama, ketika variasi jumlah tabung ditambah. tetapi hal ini hanya bekerja pada variasi satu tabung, dua tabung, tiga tabung dan empat tabung, saat variasi jumlah tabung ditambah lebih dari empat tabung nyala efektif justru tidak bertambah lama. Jadi waktu nyala efektif akan berhenti meningkat setelah menggunakan variasi lebih dari empat tabung.

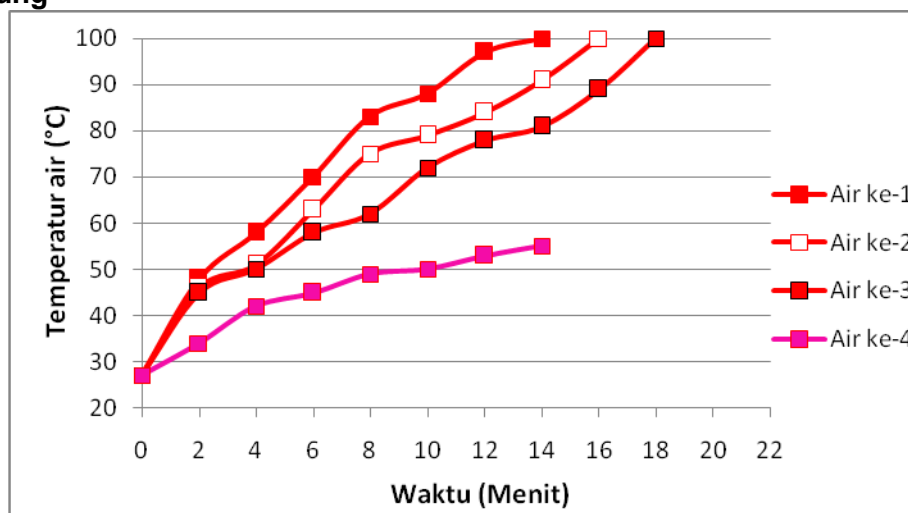
3. Percobaan Gasifikasi Sampah Organik Sekam Padi Dengan Variasi Satu Tabung



Gambar 18. Hubungan antara temperatur air dengan waktu pada variasi satu tabung.

. Dari gambar 18 dapat diketahui percobaan pendidihan air sebanyak tiga kali, waktu tercepat pada percobaan air ke-1 dengan waktu 12 menit, percobaan air ke-2 dengan waktu 16 menit, dan percobaan air ke-3 dengan waktu 20 menit. Setiap percobaan pendidihan air waktu yang diperlukan semakin lama, dikarenakan temperatur pembakaran semakin rendah.

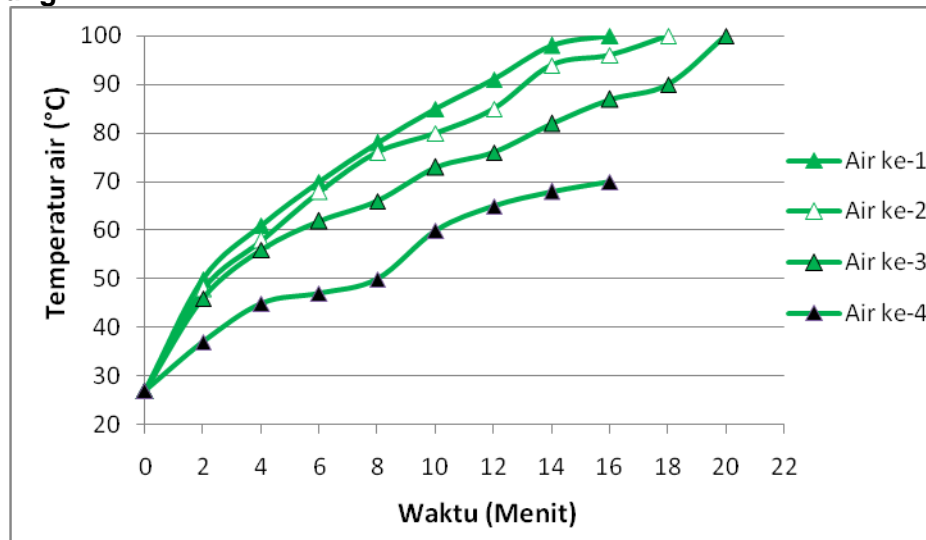
4. Percobaan Gasifikasi Sampah Organik Sekam Padi Dengan Variasi Dua tabung



Gambar 19. Hubungan antara temperatur air dengan waktu pada variasi dua tabung

Dari gambar 19 didapat percobaan pendidihan air sebanyak empat kali, waktu tercepat pada percobaan air ke-1 dengan waktu 14 menit, percobaan air ke-2 dengan waktu 16 menit, percobaan air ke-3 dengan waktu 18 menit dan percobaan air ke-4 dengan waktu 14 menit tetapi air hanya mencapai temperatur 55 °C. Hal ini dikarenakan jumlah sekam padi dalam reaktor pembakaran telah habis. Setiap percobaan pendidihan air waktu yang diperlukan semakin lama, dikarenakan temperatur pembakaran semakin rendah.

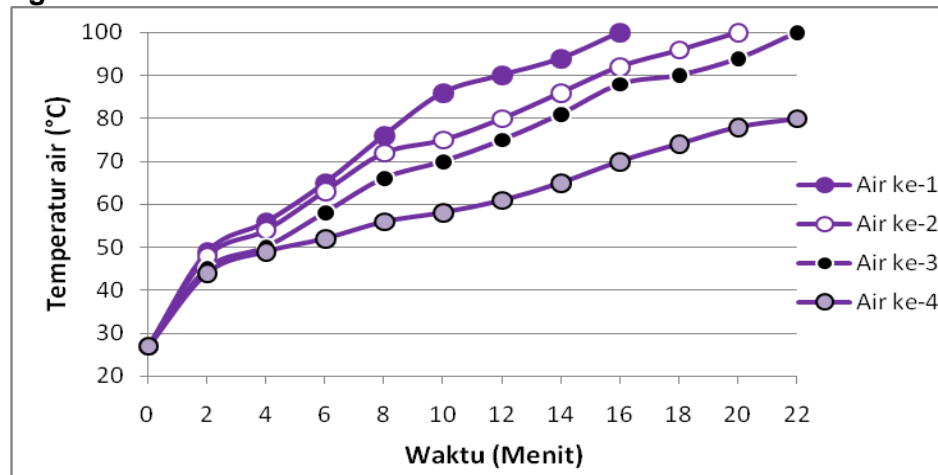
5. Percobaan Gasifikasi Sampah Organik Sekam Padi Dengan Variasi tiga tabung



Gambar 20. Hubungan antara temperatur air dengan waktu pada variasi tiga tabung

Dari gambar 20 didapat percobaan pendidihan air sebanyak empat kali, waktu tercepat untuk mendidihkan air sebanyak 1 liter terjadi pada percobaan air ke-1 dengan waktu 16 menit, percobaan air ke-2 dengan waktu 18 menit, percobaan air ke-3 dengan waktu 20 menit dan percobaan air ke-4 dengan waktu 16 menit tetapi temperatur air hanya mencapai 70°C dikarenakan jumlah sekam padi dalam reaktor pembakaran telah habis. Setiap percobaan pendidihan air waktu yang diperlukan semakin lama, dikarenakan temperatur pembakaran semakin rendah.

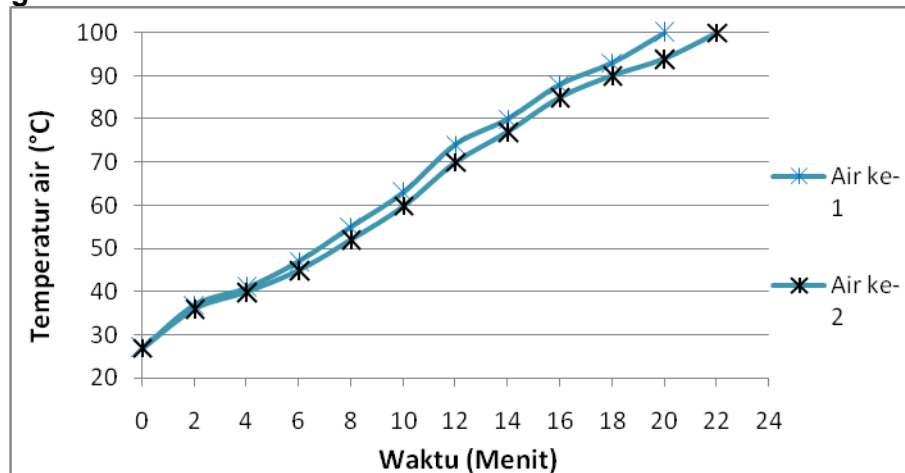
6. Percobaan Gasifikasi Sampah Organik Sekam Padi Dengan Variasi empat tabung



Gambar 21. Hubungan antara temperatur air dengan waktu pada gasifikasi 5 kg sekam padi menggunakan variasi empat tabung

Dari gambar 21 dapat diketahui percobaan pendidihan air sebanyak empat kali, waktu tercepat pada percobaan air ke-1 dengan waktu 16 menit, pada percobaan air ke-2 dengan waktu 20 menit, percobaan air ke-3 dengan waktu 22 menit dan percobaan air ke-4 dengan waktu 22 menit tetapi air hanya sampai 80°C. Hal ini dikarenakan jumlah sekam padi dalam reaktor pembakaran telah habis. Setiap percobaan pendidihan air waktu yang digunakan semakin lama, dikarenakan temperatur pembakaran semakin rendah.

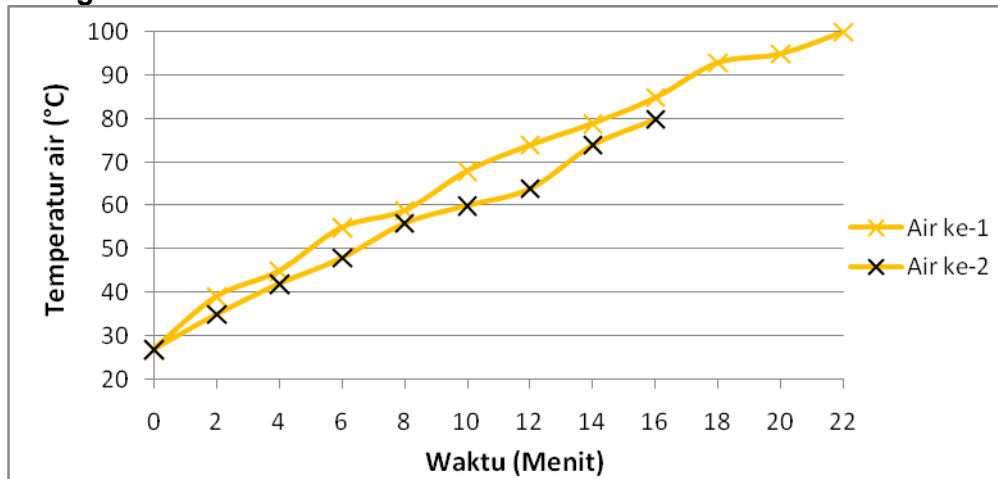
7. Percobaan Gasifikasi Sampah Organik Sekam Padi Dengan Variasi lima tabung



Gambar 22. Hubungan antara temperatur air dengan waktu pada variasi lima tabung

Dari gambar 22 dapat diketahui percobaan pendidihan air sebanyak dua kali, waktu tercepat pada percobaan air ke-1 dengan waktu 20menit dan pada percobaan air ke-2 dengan waktu 22 menit. Setiap percobaan pendidihan air waktu yg diperlukan semakin lama, dikarenakan temperatur pembakaran semakin rendah.

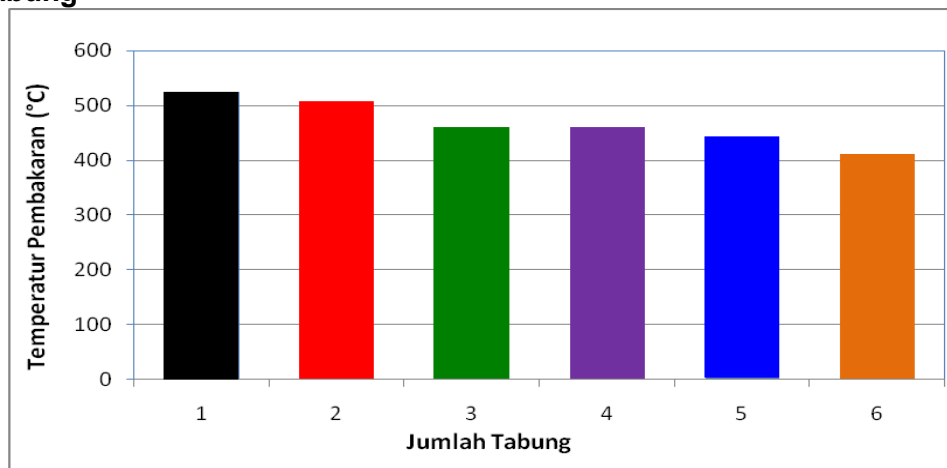
8. Percobaan Gasifikasi Sampah Organik Sekam Padi Dengan Variasi enam tabung



Gambar 23. Hubungan antara temperatur air dengan waktu pada variasi enam tabung

Dari gambar 23 diketahui percobaan pendidihan air sebanyak dua kali, pada percobaan air ke-1 dengan waktu 22menit dan percobaan air ke-2 dengan waktu 16 menit tetapi air **hanya mencapai temperatur 80 °C dikarenakan jumlah sekam padi dalam reaktor pembakaran telah habis.**

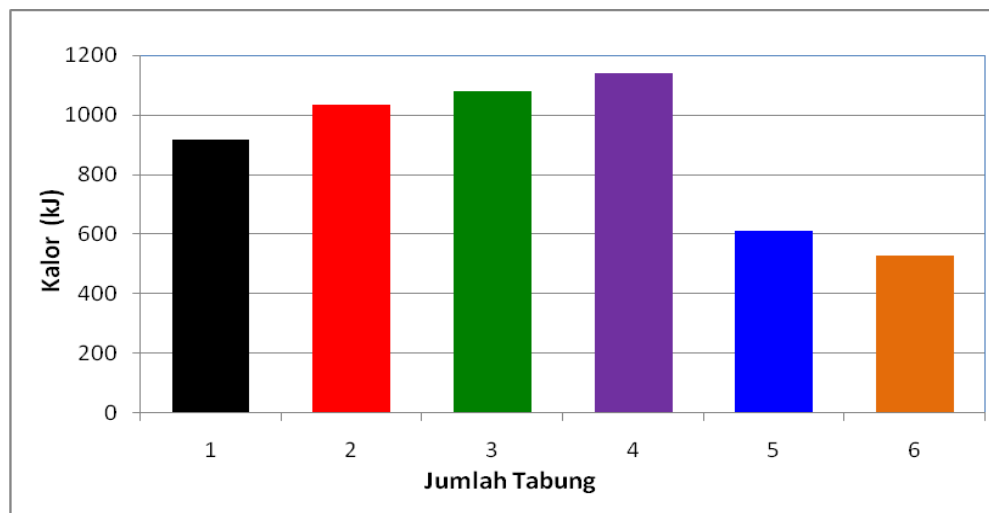
9. Pembahasan Gasifikasi Sekam Padi Menggunakan Variasi Jumlah Tabung



Gambar 24. Diagram perbandingan antara temperatur pembakaran rata-rata terhadap variasi jumlah tabung.

Dari grafik 24 diatas menunjukan hubungan antara temperatur pembakaran rata-rata terhadap variasi jumlah tabung. Pada variasi satu tabung temperatur pembakaran rata-rata sebesar 524,54°C, variasi dua tabung sebesar 506,45 °C, variasi tiga tabung sebesar 461,09 °C, variasi empat tabung sebesar 459,68 °C, variasi lima tabung sebesar 443,62°C dan variasi enam tabung sebesar 411,11 °C.

Temperatur pembakaran tertinggi pada variasi satu tabung, semakin banyak variasi jumlah tabung yang digunakan temperatur pembakaran semakin rendah. Hal ini dikarenakan variasi jumlah tabung menyebabkan hambatan bertambah besar, semakin besar hambatan maka gas yang keluar akan semakin kecil dan membuat temperatur pembakaran semakin rendah.



Gambar 25. Diagram perbandingan antara kalor dengan jumlah tabung

Dari gambar 25 diatas menunjukkan jumlah kalor pembakaran pada variasi satu tabung sebesar 917,61 kJ, pada variasi dua tabung sebesar 1034,57 kJ, pada variasi tiga tabung sebesar 1077,38 kJ, pada variasi empat tabung sebesar 1139,38 kJ, pada variasi lima tabung sebesar 611,74 kJ dan pada variasi enam tabung sebesar 527,64 kJ. Kalor pembakaran tertinggi pada variasi empat tabung, kalor pembakaran akan menjadi rendah saat variasi jumlah tabung kurang atau lebih dari empat tabung.

E. PENUTUP

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan data hasil pengujian teknologi alat produksi gas metana dari pembakaran bahan organik sekam padi dengan pemurnian gas menggunakan zeolit pada variasi jumlah tabung didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Temperatur rata-rata tertinggi diperoleh pada variasi satu tabung sebesar 524,54°C. Semakin bertambah variasi jumlah tabung, temperatur pembakaran rata-rata semakin rendah.
2. Waktu Nyala efektif terlama diperoleh pada variasi empat tabung selama 80 menit, waktu nyala efektif tidak akan lebih lama jika kurang atau lebih dari empat tabung.
3. Kalor pembakaran tertinggi pada variasi empat tabung sebesar 1139,38 kJ. Kalor pembakaran rendah saat variasi jumlah tabung kurang atau lebih dari empat tabung.

Saran

Saran-saran dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Reaktor pembakaran dibuat diameter lebih kecil sekitar 300 mm dengan tinggi disesuaikan kebutuhan. Bahan bakar di reaktor di isi penuh dan pemasukan udara ke reaktor harus besar agar api terus menyala, reaktor harus dalam kondisi rapat tanpa ada sedikitpun kebocoran dan tidak perlu alat pengaduk.
2. Saat melakukan pengujian hendaknya kondisi lingkungan harus sama untuk menjaga kualitas data pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyanti.E.2010."Adsorpsi CO₂ Menggunakan zeolit: aplikasi pada pemurnian biogas".Jurnal teknik Kimia Universitas Diponegoro Semarang.
- Daryanto. 2000. *Fisika Teknik*. Jakarta: RinekaCipta
- Hambali, Erliza. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Jakarta Selatan: Agro Media
- Hadiwiyoto, Soewedo. 1983. *PenanganandanPemanfaatanSampah*. Jakarta: YayasanIdayu
- Hambali, Erliza. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Jakarta Selatan: Agro Media
- Holman J. P. 1980. *Thermodynamics*.Tokyo:McGraw-Hill-Inc
- LaFontaine, H., and E.P. Zimmerman; 1989; *Construction of a Simplified Wood Gas Generator for Fueling Internal Combustion Engines in a Petroleum Emergency*; 2nd Edition; The Biomass Energy Foundation Press; Golden, Colorado.
- Rifai.A.2014."Pengembangan Desai AlatProduksi Gas Metana Dari PembakaranSampahOrganikDenganPemurnian Gas Menggunakan Filter TipeGanda".Skripsi.TeknikMesinUniversitasMuhammadiyah Surakarta.
- Rini.D.K.2010."Optimasi aktivasi zeolite alam untuk dehumidifikasi".Skripsi.Teknik Kimia Universitas Diponegoro Semarang.
- Tasliman. 2012. *Teknologi gasifikasi biomassa*,Diakses pada tanggal 10 Oktober 2014 jam 22.30 WIB.
<http://majarimagazine.com/20112/04/Teknologi-GasifikasiBiomass-Energi-Limbah/>
- Wicaksono.U.L.2014."Pengembangan teknologi alat produksi gas metana dari pembakaran sampah organik sengan pemurnian gaas menggunakan batu kapur, zeolite dan arang tempurung kelapa".Skripsi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.